

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-040710

(43)Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/60
H01B 1/12

(21)Application number : 10-208741

(71)Applicant : SUMITOMO METAL MINING CO
LTD

(22)Date of filing : 24.07.1998

(72)Inventor : NAITO MASAO

(54) GOLD ALLOY FINE WIRE FOR BONDING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make an Au alloy fine wire correspond to a narrow pad pitch by a method, wherein the damage in device and the cracking in the below pad part are suppressed without deteriorating the strength in conventional Au alloy fine wire and the heat treatment strength also improving the circularity of a pressure fixing ball.

SOLUTION: In this Au alloy fine wire, Au in purity exceeding 99.99 wt.% contains 2-50 wt.ppm of Sn and 1-100 wt.ppm of at least one kind of element from among Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, or Ag or 1-50 wt. ppm of at least one kind of element from among Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, or Lu.

Furthermore, 3-100 wt.ppm of at least one kind of element from among Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, or/and 2-5-wt.ppm of at least one kind of element from among B, Al, Ga, In, Si, Ge, Pb.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of
rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

PAT-NO: JP02000040710A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000040710 A

TITLE: GOLD ALLOY FINE WIRE FOR BONDING

PUBN-DATE: February 8, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NAITO, MASAO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUMITOMO METAL MINING CO LTD	N/A

APPL-NO: JP10208741

APPL-DATE: July 24, 1998

INT-CL (IPC): H01L021/60, H01B001/12

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make an Au alloy fine wire correspond to a narrow pad pitch by a method, wherein the damage in device and the cracking in the below pad part are suppressed without deteriorating the strength in conventional Au alloy fine wire and the heat treatment strength also improving the circularity of a pressure fixing ball.

SOLUTION: In this Au alloy fine wire, Au in purity exceeding 99.99 wt.% contains 2-50 wt.ppm of Sn and 1-100 wt.ppm of at least one kind of element from among Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, or Ag or 1-50 wt. ppm of at least one kind of element from among Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, or Lu. Furthermore, 3-100 wt.ppm of at least one kind of element from among Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, or/and 2-5-wt.ppm of at least one kind of element from among B, Al, Ga, In, Si, Ge, Pb.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

* NOTICES *

JPO and NCIFI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] To Au beyond purity 99.99wt%, Sn 2 - 50wtppm, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, Or at least one sort in Ag is reached one to 100 wtppm. the bonding characterized by carrying out 1-50wtppm content of at least one sort in Be, Mg, calcium, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, or Lu -- public funds -- an alloy thin line.

[Claim 2] To Au beyond purity 99.99wt%, Sn 2 - 50wtppm, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, At least one sort in Ag Or 1 - 100wtppm, Be, Mg, calcium, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, or the bonding characterized by carrying out 3-100wtppm content of at least one sort in 1 - 50wtppm, and Ru, Rh, Pd, Os, Ir and Pt for at least one sort among Lu(s) -- public funds -- an alloy thin line.

[Claim 3] To Au beyond purity 99.99wt%, Sn 2 - 50wtppm, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, At least one sort in Ag Or 1 - 100wtppm, Be, Mg, calcium, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, or the bonding characterized by carrying out 2-50wtppm content of at least one sort in 1 - 50wtppm, and B, aluminum, Ga, In, Si, germanium and Pb for at least one sort among Lu(s) -- public funds -- an alloy thin line.

[Claim 4] To Au beyond purity 99.99wt%, Sn 2 - 50wtppm, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, At least one sort in Ag Or 1 - 100wtppm, Be, Mg, calcium, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, At least one sort in Lu Or 1 - 50wtppm, Ru, Rh, the bonding characterized by carrying out 2-50wtppm content of at least one sort in 3 - 100wtppm, and B, aluminum, Ga, In, Si, germanium and Pb for at least one sort among Pd, Os, Ir, and Pt -- public funds -- an alloy thin line.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] the bonding used in order that this invention may connect an external lead with the chip electrode on a semiconductor device electrically -- public funds -- it is related with an alloy thin line.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, connection by the gold alloy thin line which used the bonder is widely used for the electrical installation of the chip electrode on semiconductor devices, such as IC and LSI, and an external lead. In recent years, with improvement in the speed of the bonder for a productivity drive, a gold alloy thin line with more strong reinforcement and strength in high temperature is required, and the proposal of the gold alloy thin line (JP,57-35577,B) which made high grade gold of 99.99 % of the weight or more of purity contain calcium, Be, and germanium, the gold alloy thin line (JP,2-12022,B) which made rare earth elements, such as La, and calcium, Be and germanium contain is made.

[0003] On the other hand, the high integration of a semiconductor device is connected to the detail of electrode structure, and thin film-ization, and it is apprehensive about damage on the device by the impact load and supersonic vibration at the time of connection, or generating of the minute crack under an electrode pad. In order that high intensity-ization of a gold alloy thin line in recent years may raise the danger increasingly, it is making calcium, Be, and Au that added a kind at least among rare earth elements contain Sn, and the proposal (JP,8-88242,A) which cancels these troubles is also made.

[0004] However, progress of the densification of the further semiconductor device propels contraction of an electrode surface product, and ** pitch-ization, and it has come to be required that the ball of a path smaller than before can newly form stably and that the roundness of the ball (henceforth a "sticking-by-pressure ball") crushed by bonding in order to avoid contiguity inter-electrode contact should be high. Although amelioration of the arc discharge device of a bonder is being carried out in recent years in order to form a ball with a path smaller than before stably, for the improvement in roundness of a sticking-by-pressure ball, the amelioration by the side of a golden thin line is also needed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] the bonding which is suppressing damage on a device, and generating of the crack under a pad, and being able to make the improvement in roundness of a sticking-by-pressure ball, without spoiling the reinforcement and strength in high temperature which the conventional gold alloy thin line's has in order that this invention's may meet the above-mentioned demand, and can respond also to a ** putt pitch -- public funds -- it aims at offering an alloy thin line.

[0006]

[Means for Solving the Problem] the bonding of this invention for solving the above-mentioned technical problem -- public funds -- an alloy thin line To Au beyond purity 99.99wt%, Sn 2 - 50wtppm, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, Or at least one sort in Ag is reached one to 100 wtppm. It is characterized by carrying out 1-50wtppm content of at least one sort in Be, Mg, calcium, Sr, Ba, Sc,

Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, or Lu.

[0007] moreover, other bondings of this invention -- public funds -- an alloy thin line is further characterized by carrying out 2-50wtppm content of at least one sort in 3 - 100wtppm, or/and B, aluminum, Ga, In, Si, germanium and Pb for at least one sort among Ru, Rh, Pd, Os, Ir, and Pt at the above-mentioned configuration.

[0008]

[Embodiment of the Invention] Sn which is the constituent of the gold alloy thin line for bondings of this invention reduces a little the surface hardness of the ball formed of arc discharge, and reduces sharply the degree of hardness of the sticking-by-pressure ball crushed by bonding. Effectiveness is in damage on a device, or generating prevention of the minute crack under a pad according to this effectiveness. On the other hand, in order to raise the roundness of the path of a sticking-by-pressure ball, it is thought effective to make small the anisotropy of the deformation when making the crystal grain of a ball make it detailed, and being crushed, but since detailed-ization of crystal grain leads to the increment in a degree of hardness, it has the fault which promotes damage on a device, and generating of the minute crack under a pad.

[0009] However, Be, Mg, calcium, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, To Au which added a kind at least among the elements chosen from Lu, or Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, Or it was found out by carrying out compound addition of the element chosen from Ag, and the Sn that it is effective in making the crystal grain of a ball make it detailed, suppressing the increment in a degree of hardness of a sticking-by-pressure ball.

[0010] Since the shrinkage cavity which leads to the fall of bonding strength at the time of ball formation might arise and a ball might not become a true ball when less than 2 wtppms of the addition of Sn in this invention are insufficient for demonstrating the above-mentioned effectiveness and 50wtppm was exceeded, it was referred to as 2 - 50wtppm.

[0011] Among Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, or Ag, since the shrinkage cavity etc. might arise at the time of ball formation and at least one sort of additions might not become a true ball as well as Sn when less than 2 wtppms of the effectiveness of the grain refining of a ball are insufficient and it exceeded 100wtppm by them, they were set to 2 - 100wtppm.

[0012] There is effectiveness of raising the coke strength at ambient temperature of a gold alloy thin line and strength in high temperature in the element chosen from Be, Mg, calcium, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, or Lu. Since the shrinkage cavity might arise at the time of ball formation when less than 1 wtppm of an addition is [the effectiveness] insufficient and 50wtppm was exceeded, the addition was set to 1 - 50wtppm.

[0013] Although the effectiveness that the element chosen from Ru, Rh, Pd, Os, Ir, or Pt raises the coke strength at ambient temperature and strength in high temperature is seldom expectable in the addition to several 100 wtppm extent, the effectiveness which heightens the junction force of the sticking-by-pressure ball at the time of bonding and a pad has it. When less than 3 wtppms of an addition are [the effectiveness] insufficient and the addition was increased, the effectiveness was saturated gradually, and since the increase-in-quantity effectiveness was no longer seen when 100wtppm was exceeded, 3 - 100wtppm was made into the proper addition range.

[0014] Although the element chosen from B, aluminum, Ga, In, Si, germanium, or Pb is effective in raising the coke strength at ambient temperature a little, dispersion in the die length of a recrystallization field is made small more than it, dispersion in the loop-formation height at the time of bonding is suppressed, or there is effectiveness which controls dispersion in the coke strength at ambient temperature. Since the shrinkage cavity might be generated at the time of ball formation when 50wtppm was exceeded while the effectiveness was not seen for these additions by less than 2 wtppms but the effectiveness was saturated with increase in quantity, 2 - 50wtppm was made into the addition.

[0015]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained. To the high grade Au beyond purity 99.99wt%, each element shown in Table 1 was added, and each ingot was produced at the high-frequency-induction-heating furnace to it. It adjusted so that might perform grooved roll rolling and dice

drawing one by one, heat-treating these suitably for distortion picking, it might consider as the gold alloy thin line of the 25mm of the last wire sizes, continuous annealing might be carried out to the last in an atmospheric-air ambient atmosphere and an elongation percentage might become about 5%, and the sample was obtained.

[0016] The strength in high temperature in the condition of having held these samples for 20 seconds at 250 degrees C with the coke strength at ambient temperature with the tension tester was measured.

[0017] Next, the ball was formed on the discharge conditions from which the diameter of a ball is set to 50mm using the high-speed automatic bonder. Observation of ball shape made the presentation by which at least one shrinkage cavity was observed among the balls produced 20 pieces poor ball shape using the electron microscope.

[0018] The degree of hardness of a sticking-by-pressure ball measured the degree of hardness of the sticking-by-pressure ball when carrying out bonding of between external leads to the chip electrode of the leadframe which carried IC with the minute altimeter.

[0019] After evaluation of damage on a device carried out bonding of between external leads to the chip electrode of the leadframe which carried IC, it carried out the chemical treatment of the aluminum of a chip electrode, removed the sticking-by-pressure ball from the electrode, and observed the existence of generating of the crack of a pad lower layer with the metaloscope. When the judgment had at least one generating of a crack among the chip electrodes observed 100 places, it was taken as those of a device with damage.

[0020] The roundness of a sticking-by-pressure ball was a sticking-by-pressure ball when carrying out bonding of between external leads to the chip electrode of the leadframe which carried IC, it was measured rotating 360 degrees of sticking-by-pressure ball diameters on the line passing through the central point of a sticking-by-pressure ball, and the value of $a = (\text{diameter at the maximum equator}) / (\text{the minimum diameter})$ estimated it. In addition, although ultrasonic impression was performed in the usual bonding, since the ball was extended by supersonic vibration in the oscillating direction, ultrasonic impression was not performed by measurement of roundness. Judgment It is $a \geq 1.05$ "x" $a \geq 1.02$ "***" $a < 1.02$ It considered as "O." The above result is shown in Table 1.

[0021]

[Table 1]

試料番号	添加元素 (wtppm)							常温強度 (mN)	耐熱強度 (mN)	ボール形状	圧着ボールの硬度(Hv)	デバイスの損傷	圧着ボールの真円度	備考	
	Sn	Ti	Ag	Ba	Ca	Ce	Pd								
1	2	2			2			109	85	良	62.2	無	○	実施例	
2	2	10	5	5			10	108	81	良	61.9	無	○		
3	2	30	20	10		30		116	84	良	62.7	無	○		
4	5		20	5	10	10	10	115	91	良	60.1	無	○		
5	5	10	10		20	5		121	93	良	60.7	無	○		
6	5	40		5	5		10	114	91	良	59.5	無	○		
7	10	5		25				119	89	良	58.8	無	○		
8	10		25		20	25		124	98	良	58.9	無	○		
9	20	30	10		5		20	10	117	94	良	58.2	無	○	
10	20	5		10				116	91	良	58.3	無	○		
11	30		60	20		25		40	123	95	良	59.2	無	○	
12	40	5		10				120	94	良	58.4	無	○		
13	50	80			35			127	97	良	59.6	無	○		
14	50	90	10	10	20	20	60	133	105	良	60.6	無	○		
15			10	10				112	90	良	69.4	有	×	比較例	
16		20			20		10	125	95	良	70.0	有	×		
17	10		10	10				116	92	良	58.6	無	×		
18	10		10	30	20	10	10	132	104	不良	61.3	無	○		
19	10	150		25				127	94	不良	59.0	無	○		
20	60			10	25			124	96	不良	58.8	無	△		
21	60	20		25		10		20	128	96	不良	59.1	無	○	

[0022] As shown in Table 1, it turns out that the gold alloy thin line (an example, sample numbers 1-14) of this invention has high ordinary temperature and strength in high temperature, there is no damage on a device in the top where ball shape is good since the degree of hardness of a sticking-by-pressure ball is low, and it excels also in the roundness of a sticking-by-pressure ball.

[0023] On the other hand, in the sample numbers 15 and 16 by which Sn is not added, since the degree of hardness of a sticking-by-pressure ball is high, damage on a device has been caused. Moreover, in the sample number 16, since Sn is not added in spite of carrying out 20wtppm addition of Ti, the roundness of a sticking-by-pressure ball is inferior. The sample number 17 by which the element chosen from Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, or Ag although 10wtppm addition of the Sn is carried out is not added is inferior to the roundness of a sticking-by-pressure ball.

[0024] Be, Mg, calcium, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Or a shrinkage cavity may generate both the sample number 18 to which the addition of the element chosen from Lu exceeds 50wtppm(s), the sample number 19 to which the addition of Ti exceeds 100wtppm(s), and the sample numbers 20 and 21 to which the addition of Sn exceeds 50wtppm(s) at the time of ball formation.

[0025] Furthermore, since the element chosen from Ti, Zr, Hf, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Cu, or Ag is not added, it also turns out that the roundness of a sticking-by-pressure ball is inferior in a sample number 20.

[0026]

[Effect of the Invention] As mentioned above, without spoiling the reinforcement and strength in high temperature which the conventional gold alloy thin line has, the gold alloy thin line for bondings of this invention is suppressing damage on a device, and generating of the crack under a pad, and being able to

make the improvement in roundness of a sticking-by-pressure ball, and has the very useful property on the industry which makes bonding in a ** putt pitch possible.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-40710

(P2000-40710A)

(43)公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51)Int.Cl.⁷

H 01 L 21/60
H 01 B 1/12

識別記号

3 0 1

F I

H 01 L 21/60
H 01 B 1/12

テマコード⁸(参考)

3 0 1 F 5 F 0 4 4
Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 OL (全 4 頁)

(21)出願番号

特願平10-208741

(71)出願人 000183303

住友金属鉱山株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72)発明者 内藤 雅夫

東京都青梅市末広町1-6-1 住友金属
鉱山株式会社電子事業本部内

Fターム(参考) 5F044 FF04

(22)出願日

平成10年7月24日(1998.7.24)

(54)【発明の名称】 ボンディング用金合金細線

(57)【要約】

【課題】 従来の金合金細線のもつ強度、耐熱強度を損なうことなく、デバイスの損傷やパッド下のクラックの発生を抑え、かつ圧着ボールの真円度向上をなし得ることで、狭バットピッチにも対応できるボンディング用金合金細線を提供する。

【解決手段】 純度99.99wt%以上のAuに、Snを2~50wtppm、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Co、Cu、または、Agのうちの少なくとも1種を1~100wtppm、及び、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、または、Luのうち少なくとも1種を1~50wtppm含有することを特徴とするボンディング用金合金細線。また、上記構成に更に、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Ptのうち少なくとも1種を3~100wtppm、または/及び、B、Al、Ga、In、Si、Ge、Pbのうち少なくとも1種を2~50wtppm含有することを特徴とする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 純度99.99wt%以上のAuに、Snを2~50wtppm、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Co、Cu、または、Agのうちの少なくとも1種を1~100wtppm、及び、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、または、Luのうち少なくとも1種を1~50wtppm含有することを特徴とするボンディング用金合金細線。

【請求項2】 純度99.99wt%以上のAuに、Snを2~50wtppm、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Co、Cu、または、Agのうちの少なくとも1種を1~100wtppm、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、または、Luのうち少なくとも1種を1~50wtppm、及び、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Ptのうち少なくとも1種を3~100wtppm含有することを特徴とするボンディング用金合金細線。

【請求項3】 純度99.99wt%以上のAuに、Snを2~50wtppm、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Co、Cu、または、Agのうちの少なくとも1種を1~100wtppm、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、または、Luのうち少なくとも1種を1~50wtppm、及び、B、Al、Ga、In、Si、Ge、Pbのうち少なくとも1種を2~50wtppm含有することを特徴とするボンディング用金合金細線。

【請求項4】 純度99.99wt%以上のAuに、Snを2~50wtppm、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Co、Cu、または、Agのうちの少なくとも1種を1~100wtppm、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、または、Luのうち少なくとも1種を1~50wtppm、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Ptのうち少なくとも1種を3~100wtppm、及び、B、Al、Ga、In、Si、Ge、Pbのうち少なくとも1種を2~50wtppm含有することを特徴とするボンディング用金合金細線。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子上のチップ電極と外部リードを電気的に接続するために用いられるボンディング用金合金細線に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、IC、LSI等の半導体素子上のチップ電極と外部リードとの電気的接続には、ボンダーを用いた金合金細線による接続が広く利用されている。近年、生産性向上のためのボンダーの高速化に伴い、より強度、耐熱強度の強い金合金細線が要求され、純度99.99重量%以上の高純度金にCa、Be、Geを含有させた金合金細線（特公昭57-35577号公報）や、La等の希土類元素及びCa、Be、Geを含有させた金合金細線（特公平2-12022号公報）等の提案がなされている。

【0003】一方、半導体デバイスの高集積度化は電極構造の微細、薄膜化へとつながり、接続時の衝撃加重や超音波振動によるデバイスの損傷や電極パッド下の微小クラックの発生が危惧されつつある。近年の金合金細線の高強度化はますますその危険性を高めるため、Ca、Be、希土類元素のうち少なくとも一種を添加したAuにSnを含有させることで、これらの問題点を解消する提案（特開平8-88242号公報）もなされている。

【0004】しかしながら更なる半導体デバイスの高密度化の進展は、電極面積の縮小及び狭ピッチ化を推進させ、新たに従来よりも小さい径のボールが安定的に形成できることと、隣接電極間の接触を避けるためにボンディングにより潰れたボール（以下、「圧着ボール」という）の真円度が高いことが要求されるようになってきた。従来より径の小さいボールを安定的に形成するためには、近年ボンダーのアーク放電機構の改良がされつつあるが、圧着ボールの真円度向上のためには金細線側の改良も必要とされている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の要求に応えるために、従来の金合金細線のもつ強度、耐熱強度を損なうことなく、デバイスの損傷やパッド下のクラックの発生を抑え、かつ圧着ボールの真円度向上をなし得ることで、狭パットピッチにも対応できるボンディング用金合金細線を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明のボンディング用金合金細線は、純度99.99wt%以上のAuに、Snを2~50wtppm、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Co、Cu、または、Agのうちの少なくとも1種を1~100wtppm、及び、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、または、Luのうち少なくとも1種を1~50wtppm含有することを特徴とする。

【0007】また、本発明の他のボンディング用金合金細線は、上記構成に更に、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Ptのうち少なくとも1種を3~100wtppm、または/及び、B、Al、Ga、In、Si、G

e、Pbのうち少なくとも1種を2~50wtppm含有することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明のボンディング用金合金細線の構成成分であるSnは、アーク放電により形成されるボールの表面硬度を若干低下させ、ボンディングにより潰された圧着ボールの硬度を大幅に低減させる。この効果によりデバイスの損傷やパッド下の微小クラックの発生防止に効果がある。一方、圧着ボールの径の真円度を向上させるためには、ボールの結晶粒を微細化させ、潰された時の変形の異方性を小さくすることが有効と考えられるが、結晶粒の微細化は硬度増加につながるため、デバイスの損傷やパッド下の微小クラックの発生を促進してしまう欠点がある。

【0009】しかしながら、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、または、Luから選ばれる元素のうち少なくとも一種を添加したAuに、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Co、Cu、または、Agから選ばれる元素と、Snとを複合添加させることで、圧着ボールの硬度増加を抑えつつボールの結晶粒を微細化させる効果があることが見出された。

【0010】本発明におけるSnの添加量は、2wtppm未満では上記効果を発揮させるのに不十分であり、50wtppmを超えるとボール形成時に接合強度の低下につながる引け巣が生じてボールが真球にならないことがあるので、2~50wtppmとした。

【0011】Ti、Zr、Hf、V、Nb、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Co、Cu、または、Agのうち少なくとも1種の添加量は、2wtppm未満ではボールの結晶粒微細化の効果が不十分であり、100wtppmを超えるとSnと同じくボール形成時に引け巣などが生じて真球にならないがあるので、2~100wtppmとした。

【0012】Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、または、Luから選ばれる元素には、金合金細線の常温強度、耐熱強度を向上させる効果がある。その効果は添加量が1wtppm未満では不十分であり、50wtppmを超えるとボール形成時に引け巣が生じがあるので、添加量は1~50wtppmとした。

【0013】Ru、Rh、Pd、Os、Ir、または、Ptから選ばれる元素は、常温強度、耐熱強度を向上させる効果は数100wtppm程度までの添加量ではあまり期待できないが、ボンディング時の圧着ボールとパッドとの接合力を高める効果がある。添加量が3wtppm未満ではその効果が不十分であり、添加量を増やしていくと次第にその効果は飽和していき、100wtppm

を超えるともはや增量効果が見られなくなるので、3~100wtppmを適正添加量範囲とした。

【0014】B、Al、Ga、In、Si、Ge、または、Pbから選ばれる元素は、若干常温強度を向上させる効果があるが、それ以上に再結晶領域の長さのばらつきを小さくしてボンディング時のループ高さのばらつきを抑えたり、常温強度のばらつきを抑制する効果がある。これらの添加量が2wtppm未満ではその効果が見られず、增量とともにその効果が飽和するとともに、50wtppmを超えるとボール形成時に引け巣を発生させることがあるので、2~50wtppmを添加量とした。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。純度99.99wt%以上の高純度Auに、表1に示す各元素を添加して高周波誘導加熱炉により各鋳塊を作製した。これらを適宜歪み取りのための熱処理を施しながら溝ロール圧延、ダイス線引きを順次行い、最終線径25mmの金合金細線とし、最後に大気雰囲気中で連続焼純して伸び率が約5%となるように調整して試料を得た。

【0016】これらの試料を引張試験機により常温強度と、250°Cに20秒間保持した状態での耐熱強度を測定した。

【0017】次に、高速自動ボンダーを用いて、ボールの直径が50mmとなる放電条件でボールを形成した。ボール形状の観察は電子顕微鏡を用いて、20個作製したボールのうち1個でも引け巣が観察された組成をボール形状不良とした。

【0018】圧着ボールの硬度は、ICを搭載したリードフレームのチップ電極と外部リード間をボンディングした時の圧着ボールの硬度を微小高度計により測定した。

【0019】デバイスの損傷の評価は、ICを搭載したリードフレームのチップ電極と外部リード間をボンディングした後に、チップ電極のAlを化学処理して電極から圧着ボールを剥がし、パッド下層のクラックの発生の有無を金属顕微鏡により観察した。判定は100箇所観察したチップ電極のうち1箇所でもクラックの発生があればデバイスの損傷有りとした。

【0020】圧着ボールの真円度は、ICを搭載したリードフレームのチップ電極と外部リード間をボンディングした時の圧着ボールで、圧着ボールの中心点を通る線上の圧着ボール直径を360°回転させながら測定し、 $a = (最大直径) / (最小直径)$ の値により評価した。なお通常のボンディングでは超音波印加を行うが、超音波振動によりボールが振動方向に引き伸ばされるので、真円度の測定では超音波印加は行わなかった。判定は、 $a \geq 1.05$ を「X」、 $a \geq 1.02$ を「△」、 $a < 1.02$ を「○」とした。以上の結果を表1に示す。

【0021】

* * 【表1】

試料番号	添加元素 (wtppm)								常温強度 (mN)	耐熱強度 (mN)	ボール形状	圧着ボールの硬度(Hv)	デバイスの損傷	圧着ボールの真円度	備考
	Sn	Ti	Ag	Be	Ca	Ce	Pd	Ga							
1	2	2			2				109	85	良	62.2	無	○	実施例
2	2	10	5	5				10	108	81	良	61.9	無	○	
3	2	30	20	10		30			116	84	良	62.7	無	○	
4	5		20	5	10	10	10		115	91	良	60.1	無	○	
5	5	10	10		20	5			121	93	良	60.7	無	○	
6	5	40		5	5		10	20	114	91	良	59.5	無	○	
7	10	5		25					119	89	良	58.8	無	○	
8	10		25		20	25			124	98	良	58.9	無	○	
9	20	30	10		5		20	10	117	94	良	58.2	無	○	
10	20	5		10					116	91	良	58.3	無	○	
11	30		60	20		25		40	123	95	良	59.2	無	○	
12	40	5			10				120	94	良	58.4	無	○	
13	50	80				35			127	97	良	59.6	無	○	
14	50	90	10	10	20	20	60		133	105	良	60.6	無	○	
15				10	10				112	90	良	69.4	有	×	比較例
16		20			20		10		125	95	良	70.0	有	×	
17	10			10	10				116	92	良	58.6	無	×	
18	10		10	30	20	10	10		132	104	不良	61.3	無	○	
19	10	150		25					127	94	不良	59.0	無	○	
20	60				10	25			124	96	不良	58.8	無	△	
21	60	20		25		10		20	128	96	不良	59.1	無	○	

【0022】表1に示されるように、本発明の金合金細線（実施例、試料番号1～14）は、高い常温、耐熱強度を有してボール形状が良好である上に、圧着ボールの硬度が低いためにデバイスの損傷がなく、かつ圧着ボールの真円度にも優れていることが分かる。

【0023】一方、Snの添加されていない試料番号15、16では圧着ボールの硬度が高いためにデバイスの損傷を引き起こしている。また試料番号16では、Tiが20wtppm添加されているにもかかわらずSnが添加されていないために圧着ボールの真円度は劣っている。Snが10wtppm添加されているのに、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Co、Cu、または、Agから選ばれる元素が添加されない試料番号17は、圧着ボールの真円度に劣る。

【0024】Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、または、L※

※ uから選ばれた元素の添加量が50wtppmを超える試料番号18、Tiの添加量が100wtppmを超える試料番号19、Snの添加量が50wtppmを超える試料番号20、21は、ともにボール形成時に引き巣が発生することがある。

【0025】さらに試料番号20は、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Co、Cu、または、Agから選ばれる元素が添加されていないために、圧着ボールの真円度が劣ることも分かる。

【0026】

【発明の効果】以上より、本発明のボンディング用金合金細線は、従来の金合金細線のもつ強度、耐熱強度を損なうことなく、デバイスの損傷やパッド下のクラックの発生を抑え、かつ圧着ボールの真円度向上をなし得ることで、狭パットピッチでのボンディングを可能とする工業上極めて有用な特性を有している。